

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Mai 2004 (06.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/038285 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F21S 8/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011516

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Oktober 2003 (17.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 49 819.9 24. Oktober 2002 (24.10.2002) DE
103 10 263.9 10. März 2003 (10.03.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRIESINGER, Man-
fred [DE/DE]; Fichtestrasse 4, 71229 Leonberg (DE).

HARTLIEB, Markus [DE/DE]; Grüner Weg 8, 72141
Walldorf-Häslach (DE). KINCSES, Wilhelm [DE/DE];
Ina-Rothschild-Weg 42, 73732 Esslingen (DE). LEIS,
Hans-Georg [DE/DE]; Mistelweg 2, 73733 Esslingen
(DE). ROTHE, Siegfried [DE/DE]; Hohenheimer Str. 56,
73770 Denkendorf (DE).

(74) Anwalt: DAIMLERCHRYSLER AG; Intellectual Prop-
erty Management, HPC U800, Wilhelm-Runge-Strasse 11,
89081 Ulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

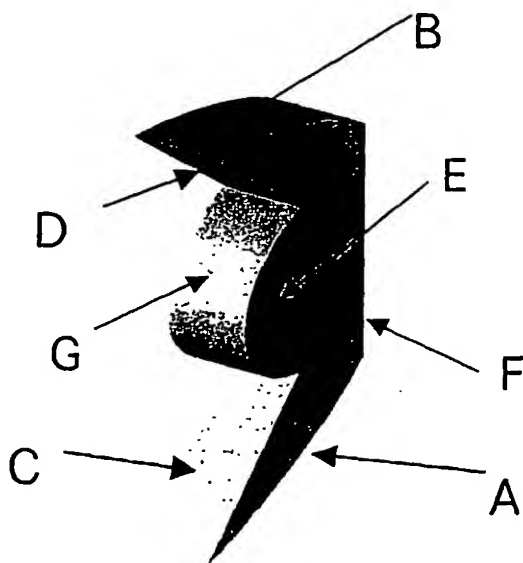
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LED PROJECTOR FOR ASYMMETRICAL ILLUMINATION

(54) Bezeichnung: LED-Scheinwerfer zur asymmetrischen Ausleuchtung



(57) Abstract: The invention relates to a novel projector which has an asymmetrical illumination characteristic, and a clear light-dark limit, and uses almost the entire radiation power outputted from the semiconductor light source. To this end, the projector consists of a field of individual semiconductor light sources which are provided with optical elements having a novel form. Said optical elements have as flat a form as possible, such that the light admission inlet of the optical element has an elongated, essentially rectangular form. Furthermore, the optical elements comprise a central region, perpendicular to the light admission surface (F), the projection of said central region into a two-dimensional plane corresponding to a cylindrical two-dimensional cartesian oval. According to the invention, in order to better use the light emitted from the semiconductor light source, the light emergence surface (G) of the optical element, in the form of a cartesian oval, is combined with a parabolic reflector (A, B).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt einen neuartige Scheinwerfer, welcher über eine asymmetrische Beleuchtungscharakteristik verfügt, zugleich eine deutliche Hell-Dunkel-grenze aufweist und dabei möglichst die gesamte von der Halbleiterlichtquelle abgegebene Strahlungsleistung ausnutzt. Hierzu wird der Scheinwerfer aus einem Feld von einzelnen Halbleiterlichtquellen, welche mit neuartig gestalteten

Optiken versehen sind. Die Optiken werden hierzu möglichst flach ausgeführt werden, so dass die Lichteintrittsöffnung der Optik eine längliche, im wesentlichen rechteckige Form aufweist. Desweiteren weisen die Optiken senkrecht zur Lichteintrittsfläche (F) einen Zentralbereich auf, dessen Projektion in eine zweidimensionale Ebene einem zylindrischen 2-dimensionalen Kartovals entspricht. Um das von der Halbleiterlichtquelle ausgehende Licht noch besser zu nutzen, wird im Rahmen der Erfindung die in Form eines Kartovals geformte Lichteintrittsfläche (G) der Optik, miteinem parabolischen Reflektor (A, B) kombiniert.

WO 2004/038285 A1

BEST AVAILABLE COPY



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

LED-Scheinwerfer zur asymmetrischen Ausleuchtung

Die Erfindung betrifft einen LED-Scheinwerfer, welcher eine asymmetrischer Ausleuchtungscharakteristik aufweist und ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Scheinwerfers gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 10.

Das Steuern eines Fahrzeugs im Verkehr ist eine anspruchsvolle, hoch dynamischen Aufgabe. Sie stellt erhebliche Anforderungen an visuelle Wahrnehmung, kognitive Verarbeitung und motorische Koordination des Fahrers. In der Literatur findet sich ein allgemeiner Konsens, dass etwa 90 Prozent der im Straßenverkehr relevanten Informationen durch den Sehsinn aufgenommen werden. Dementsprechend wichtig ist eine gute Ausleuchtung des Verkehrsraumes bei Dämmerung und Dunkelheit und bei Witterungssituationen, in denen das natürliche Licht nicht ausreicht. Die gegenwärtig noch gültigen ECE-Vorschriften für das asymmetrische Abblendlicht auf europäischen Straßen stellen einen Kompromiss zwischen guter Sicht und möglichst geringer Behinderung anderer Verkehrsteilnehmer dar. Ein Fahrzeugscheinwerfer ist dahingehend zu gestalten, dass er das von ihm ausgesandte Licht so formt, dass als Ergebnis der Überlagerung des austretenden Lichts eine für Fahrzeugscheinwerfer vorgeschriebene Lichtverteilung entsteht; insbesondere ist die Ausbildung einer deutlichen Hell-Dunkelgrenze und eine asymmetrische Charakteristik der Ausleuchtung zur Vermeidung der Blendung des Gegenverkehrs notwendig.

Das in US 6 144 158 A beschriebene Beleuchtungssystem erzeugt durch den Einsatz eines Feldes von Halbleiterlasern oder alternativ einer Ablenkvorrichtung für den Lichtstrahl eines einzelnen Halbleiterlasers eine Beleuchtungscharakteristik, welche über die im Straßenverkehr geforderte deutliche Hell-Dunkel-Grenze und eine asymmetrische Charakteristik verfügt. Nachteilig in Bezug auf die Möglichkeiten einer wirtschaftlich sinnvollen Realisierung wirkt sich hierbei jedoch die Verwendung einer für die Lichtbündelung notwendigen, gegenüber Erschütterungen aber wenig robusten und teuren Laserlichtquelle aus.

Ein auf Basis kostengünstiger LED-Lichtquellen realisierter Scheinwerfer ist aus der Schrift DE 100 05 795 A1 bekannt. Dabei wird ein in seiner Leuchtcharakteristik variabler Scheinwerfer, durch ein Feld von Einzelemittlern mit wenigstens einer vor jedem Einzelemitter angeordneten Optik realisiert. Jede dieser Optiken kann gegenüber den Einzelementen in allen drei Raumrichtungen verschoben werden, um den jeweiligen von dem einzelnen Lichtelement ausgesandten Lichtstrahl zu beeinflussen. Auf diese Weise läßt sich eine variable Steuerung des von dem Scheinwerfer ausgesandten Strahlenbündels erreichen. Auf Grund der für die verwandten LED-Optik typische, einen großen Öffnungswinkel aufweisende, rotations-symmetrische Lichtverteilung läßt sich jedoch keine den Vorschriften des Straßenverkehrs entsprechende und eine deutliche Hell-Dunkelgrenze aufweisende Lichtverteilung schaffen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine kostengünstig zu fertigende Beleuchtungsvorrichtung zu finden, die über eine asymmetrische Beleuchtungscharakteristik verfügt, welche zugleich eine deutliche Hell-Dunkelgrenze aufweist und dabei möglichst die gesamte von der Halbleiterlichtquelle abgegebene Strahlungsleistung ausnutzt.

Die Aufgabe wird durch eine Beleuchtungsvorrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung geeignetes Verfahren mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung werden durch die untergeordneten Ansprüche aufgezeigt. Die Erfindung wird nachfolgen im Detail anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren erläutert.

10 Die Beleuchtungsoptik wird durch ein Feld (Array) von Einzeloptiken gebildet. Hierbei werden die einzelnen Optiken in erfinderischer Weise möglichst flach ausgeführt, so dass die Lichteintrittsöffnung der Optiken eine längliche, im wesentlichen rechteckige Form aufweist. Dabei weist jede einzelne
15 Optik senkrecht zur Lichteintrittsfläche einen Zentralbereich auf, dessen Projektion in eine zweidimensionale Ebene einem zylindrischen 2-dimensionalen Kartovals entspricht. Ein Kartoval ist eine geometrische Fläche, die als Grenzfläche eines brechenden Mediums das von einem Brennpunkt ausgehende Licht
20 auch für große Öffnungswinkel in einem zweiten Brennpunkt sammelt. Um das von der Halbleiterlichtquelle ausgehende Licht noch besser zu nutzen, wird im Rahmen der Erfindung die in Form eines Kartovals geformte Lichtaustrittsfläche der Optik, mit einem parabolischen Reflektor kombiniert.

25 Im nachfolgenden wird mittels Figuren und anhand der mathematischen Herleitung der Geometrie der erfindungsgemäßen Optik die vorteilhaften Ausbildungen der Erfindung im Detail diskutiert. Hierbei wird ausgehend von einer vorteilhaften Verwendung der Optiken innerhalb von Scheinwerfern nur der Fall betrachtet, dass der zweite Brennpunkt, in welchem die von der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahlen zusammentreffen, im Unendlichen liegt, d.h. das Strahlenbündel wird in ein paralleles Strahlenbündel umgewandelt. Auf diese Weise wird die ma-

30

thematische Behandlung des Systems stark vereinfacht. Weitere Figuren dienen der eingehenden Erläuterung der vorteilhaften Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

- 5 Figur 1 zeigt die der Brechung an der Lichtaustrittsfläche
 der Optik zugrunde liegende Strahlengeometrie.
- Figur 2 stellt die aus der Berechnung resultierende Kontur-
 linie eines Kartovals dar.
- 10 Figur 3 repräsentiert den von einer Punktquelle ausgehende
 Strahlengang und zeigt den aus der Geometrie der Op-
 tik resultierenden Grenzwinkel der Reflektion auf.
- Figur 4 zeigt eine 3-dimensionale Ansicht einer erfindungs-
15 gemäßen Optik.
- Figur 4a bildet die in Figur 4 gezeigte Optik als
 3-dimensionales Kantenbild in vier unterschiedlichen
 Ansichten ab.
- 20
- Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Op-
 tik mit der notwendigen Anpassung des parabolischen
 Kontur des Reflektors.
- 25 Figur 6 zeigt die Energieverteilung des aus der erfindungsge-
 mäßigen Optik austretenden Lichtes.
- Figur 7 zeigt schematisch den Teil einer alternativen Aus-
 führungsform der Optik auf Basis eines ,compound pa-
30 rabolic reflector`.
- Figur 8 zeigt schematisch eine weitere alternative Ausfüh-
 rungsform der Optik (mit Blick auf die Lichtein-

trittsfläche), mittels welcher der von der Optik ausgehende Lichtkegel gezielt gekrümmt werden kann.

Figur 9 zeigt die Energieverteilung einer alternativen Optik entsprechend Figur 8.

Figur 10 beschreibt die Positionierung von Halbleiterlichtquellen an der erfindungsgemäßen Optik

10 Nachfolgend wird zur Verdeutlichung der Form eines Kartovals die mathematische Herleitung dessen Konturkurve aufgezeigt. Figur 1 zeigt hierzu die der Berechnung zu Grunde liegende Strahlengeometrie. Dabei sind ausgehend von einer Lichtquelle 60 schematisch zwei Lichtstrahlen 20 und 21 aufgezeigt.

15 Lichtstrahl 20 soll hierbei dasjenige Licht repräsentieren, welches senkrecht ausgehend von der Lichtquelle 60 ohne Brechung an der Bewandung 10 der Optik aus deren Lichtaustrittsfläche austritt. Lichtstrahl 21 hingegen tritt unter einem Winkel φ aus der Halbleiterlichtquelle aus und trifft an der

20 Innenseite der Bewandung 10 unter einem Winkel $d\varphi$ gegen die Normale auf. Aus diesem Grunde wird der Lichtstrahl 21 gebrochen und tritt unter einem Winkel α aus der Optik an deren Lichtaustrittsfläche aus. Da die Bewandung 10 in erfinderischer Weise die Kontur eines Kartovals aufweist, wird der

25 Lichtstrahl 21 derart umgelenkt, dass er nach Austritt aus der Optik parallel zu dem ungebrochen Lichtstrahl 20 verläuft. Aus dieser Geometrie des in Figur 1 aufgezeigten Strahlengangs folgt die Beziehung

$$\alpha - \beta = \varphi \quad (1.1)$$

30 φ ist dabei der Polarkoordinatenwinkel, α der Austrittswinkel aus dem brechenden Medium und β der Einfallswinkel im Medium. Nach dem Brechungsgesetz gilt:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \quad (1.2)$$

Zunächst wird in Abhängigkeit von φ der erforderliche Einfallswinkel β berechnet, um das Licht parallel gerichtet aus dem Element austreten zu lassen. Aus (1.1) und (1.2) folgt:

$$\frac{\sin(\varphi + \beta)}{\sin \beta} = n \quad (1.3)$$

und daraus berechnet sich die gesuchte Funktion:

$$\beta = \arctan \frac{\sin \varphi}{n - \cos \varphi} \quad (1.4)$$

Diese Funktion gibt den Einfallswinkel β als Funktion des Polarkoordinatenwinkels φ an. Im nächsten Schritt erfolgt sodann die Berechnung der Kontur. Aus der Figur 1 folgt

$$\frac{dr}{d\varphi} = r \cdot \tan \beta \quad (1.5)$$

Mit Gl. (1.4) folgt hieraus die Differentialgleichung

$$\frac{dr}{r} = \frac{\sin \varphi}{n - \cos \varphi} d\varphi \quad (1.6)$$

Diese Gleichung lässt sich in einer analytischen Form durch Substitution lösen:

$$\frac{r}{r_0} = \frac{n - \cos \varphi_0}{n - \cos \varphi} \quad (1.7)$$

Dies ist die gesuchte Gleichung in Polarkoordinaten der in Figur 2 dargestellten Konturlinie 11 des Kartovals. r_0 ist hierbei der dem Winkel φ_0 zugeordnete Radius, der zur Festlegung der absoluten Dimension der Kontur dient.

Selbstverständlich lässt sich die in Polarkoordinaten beschriebene Gleichung 1.7. auch in das kartesische Koordinatensystem transferieren, woraus sich nachfolgende Gleichung (1.8) ergibt:

$$\frac{(n+1)^2}{n^2 \cdot r_0^2} \cdot \left(x - \frac{r_0}{n+1} \right)^2 + \frac{(n+1)}{(n-1) \cdot r_0^2} \cdot y^2 = 1 \quad (1.8)$$

Eine Optik die eine Austrittsfläche in Form eines gemäß Gleichung 1.8. beschriebenen Kartovals ausweist, kann das Licht einer Punktquelle jedoch nur in einem eingeschränkten Winkelbereich parallelisieren. Dieser Winkelbereich wird durch den Grenzbereich der Totalreflexion vorgegeben. In Figur 3 sind der Strahlengang der Lichtstrahlen 21a-d für eine Punktquelle 60 und der resultierende Grenzwinkel φ_g aufgezeigt. Durch die Kontur der Lichtaustrittsfläche der Optik in Form eines Kartovals wird erreicht, dass alle innerhalb des zweifachen des Grenzwinkels φ_g von der Lichtquelle 60 austretenden Lichtstrahlen 21a-d und 22 parallel aus der Optik austreten. Der Grenzwinkel φ_g ist gegeben durch das Brechungsgesetz (1.2), wobei der Austrittswinkel $\alpha=90^\circ$ ist. Damit wird $\sin \beta = \frac{1}{n}$ und der Grenzwinkel $\varphi_g = 90^\circ - \beta$. Für $n=1,5$ ergibt sich somit ein Grenzwinkel von $48,2^\circ$. Strahlung, die außerhalb dieses Öffnungswinkels liegt, kann mit diesem Element nicht sinnvoll ausgenutzt werden. Da Halbleiterlichtquellen in der Regel in einen weitaus größeren Winkelbereich emittieren, geht mit solchen Elementen ein großer Teil des Lichts verloren. Deshalb wird zur Umgehung dieser Problematik im Rahmen der Erfindung die im wesentlichen die Form eines zweidimensionalen Kartovals aufweisende Beleuchtungsoptik mit einem parabelförmigen Reflektor kombiniert. Dieser Reflektor sollte ebenfalls die Eigenschaft aufweisen, dass von dem Brennpunkt ausgehende Licht in ein paralleles Bündel zu wandeln. Dies führt zu dem in Figur 4 dargestellten Element, mit den Seitenflächen A, B und E und der Lichteintrittsfläche F. Wie aus Figur 4 ersichtlich, ist die erfinderische Optik recht flach ausgeführt, wobei die Lichteintrittsöffnung F einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweist, wobei eine Dimension des Querschnitts wesentlich kleiner ist, als die andere; wie nachfolgend anhand von Figur 10 noch erläutert, ist

wird der rechteckige Querschnitt in vorteilhafter Weise so
schmal ausgeführt, dass gerade noch eine Halbleiterlichtquel-
le 60 an der Optik vollflächig angebracht werden kann. Zum
besseren Klarstellung der 3-dimensionalen Ausgestaltung der
5 in Figur 4 dargestellten erfinderischen Optik ist ein 3-
dimensionales Kantenbild dieser Optik in vier unterschiedli-
chen Ansichten in Figur 4a abgebildet. Dabei heben die dorti-
gen Abbildungen vor allem die Kanten der Optik, so wie in
schraffierter Form die Seitenflächen A, B und 10 (Lichtaus-
10 trittsöffnung) hervor.

In besonders vorteilhafter Weise ist es denkbar die Außenflä-
chen A und B des parabolischen Reflektors entweder zu ver-
spiegeln oder aber total reflektierend auszugestalten. Hier-
15 durch wird eine möglichst optimale Lichtausbeute der Halblei-
terlichtquelle erreicht, da annähernd das gesamte von der
Lichtquelle ausgehende Licht in ein gemeinsames paralleles
Strahlenbündel gewandelt wird.

20 Figur 5 zeigt die Projektion der Seitenfläche E der erfin-
dungsgemäßen Optik, hierbei tritt deutlich die Kontur des
kartoval geformten Zentralbereichs und des daran außen an-
schließenden parabolischen Reflektors zum Vorschein. In idea-
ler Weise wird nun der Reflektor so gestaltet, dass an den zu
25 den Flächen C und D korrespondierenden Bereichen 40a und 40b
der Kontur beim Lichtaustritt des Strahls 23a eine Brechung
dergestalt stattfindet, dass die aus der Optik austretenden
Strahlen 23a und 21 parallel laufen. Der Verlauf des Licht-
strahls 23a sollte dabei durch Drehen der zu den Außenflächen
30 A und B der Optik korrespondierenden Parabelkontur 41a in
Richtung hin zu 41b beeinflusst werden. Hierzu ist die Para-
belkontur 41 um den notwendigen Winkel nach innen zu drehen,
um zu vermeiden, dass ein Lichtstrahl 23x aus der Optik aus-

tritt, welcher nicht parallel zu dem anderen parallelen Strahlenbündel läuft.

Bei der erfinderischen Ausgestaltung der Optiken des Beleuch-
5 tungssystems findet die Ablenkung und Ausrichtung des Lichts
vorwiegend in vertikaler Ebene statt, das heißt das Licht
wird zu einem horizontal verlaufenden Streifen gebündelt. Fi-
gur 6 zeigt als Ergebnis einer Berechnung die Energievertei-
lung des aus der erfindungsgemäßen Optik austretenden Lich-
10 tes. Im oberen Teil der Figur ist in Falschfarbdarstellung
der Intensitätsverlauf des von einer horizontal angeordneten
Optik ausgehenden Lichtes aufgezeigt. Daneben und darunter
ist in Kurvenform die Intensitätsverteilung in x-Richtung und
y-Richtung aufgezeigt. Es wird hierdurch deutlich, dass der
15 aus der Optik austretende Lichtstrahl in y-Richtung stark ge-
bündelt ist. Auch in x-Richtung ist die von der Optik ausge-
hende Lichtintensität deutlich örtlich begrenzt. Bei der Fi-
gur 6 zu Grunde liegenden Simulation wurden davon ausgegan-
gen, dass die Lichtquelle mittig bzgl. der Lichteintrittsflä-
20 che F der Optik angebracht ist, wie später noch detailliert
erläutert, ist es jedoch auch denkbar die Lichtquelle an an-
derer Position an der Lichteintrittsfläche F zu installieren
um hierdurch gezielt Beleuchtungscharakteristik der Optik zu
beeinflussen.

25 In besonders vorteilhafter Weise kann die horizontale Breite
des Lichtflecks dadurch beeinflusst werden, dass die Seiten-
flächen E der Optik dergestalt geneigt werden, dass sich die
Optik von der Lichtaustrittsfläche G hin zur Lichteintritts-
30 fläche F verjüngt. Eine entsprechende Geometrie ist in Fi-
gur 7 dargestellt, welche eine Seitenansicht aus Richtung der
Seitenfläche A bzw. B zeigt. Dabei wird deutlich, dass in
dieser gewinnbringenden Ausgestaltung der Erfindung die Hö-
henausdehnung F_1 der Lichteintrittsfläche F der Optik kleiner

als die Höhenausdehnung G_1 deren Lichtaustrittsfläche 10 ist. Solche Elemente, insbesondere auch mit parabelförmigen Seitenflächen sind aus der Solartechnik bekannt (CPC, Compound parabolic Concentrator). Es gilt die Beziehung:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{K_1}{F_1} \quad (1.8)$$

wobei α_1 und α_2 den jeweiligen Winkelbereich beschreiben, innerhalb dessen die Lichtstrahlen (25, 26) durch die Optik aufgenommen, beziehungsweise unter welchen diese dann aus die Optik austreten. Aus der Gleichung (1.8) ergibt sich, dass durch eine Vergrößerung der Austrittsfläche der Winkelbereich, in den das Licht emittiert wird, verkleinert wird. In besonders gewinnbringender Weise bietet es sich an auch in Strahlrichtung einen möglichst großen Akzeptanzwinkel zu schaffen, um optische Verluste zu vermeiden. Dies kann entweder durch Verspiegelung erreicht werden oder durch die entsprechende Gestaltung der Krümmung der Seitenflächen E, so dass dort Totalreflexion entsteht. In Figur 7 ist beispielhaft mit gestrichelter Linie der Krümmungsverlauf der Seitenfläche E für eine parabolische Krümmung angedeutet. Entsprechend der oben beschriebenen und auch in Figur 5 dargestellten Vorgehensweise kann an einem solchermaßen geformten kartovalen Zentralbereich erfindungsgemäß ein geeigneter parabolisch geformter Reflektor, zur optimalen Ausnutzung der von der Lichtquelle emittierten Lichts, angepasst werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfinderischen Optik weist der Querschnitt deren Lichteintrittsfläche F abweichend von der allgemein rechteckigen Form eine Trapez-Form auf, wie in Figur 8 dargestellt. Dabei sind die Seitenflächen dieser Trapezform um die Winkel α und β gegenüber der Horizontalen geneigt. Dabei ist es denkbar die beiden Neigungswinkel α und β in ihrem Betrag gleich oder aber

unterschiedlich voneinander zu wählen. Entsprechend den Abbildungen in Figur 6 zeigt Figur 9 das Ergebnis einer Berechnung der Energieverteilung des aus der vorteilhaften Optik mit geneigten Seitenflächen austretenden Lichtes. Der Berechnung wurden die Neigungswinkel α und β zu 5° bzw. zu 7° gewählt. Im oberen Teil der Figur ist wieder in Falschfarbdarstellung der Intensitätsverlauf des von einer im wesentlichen vertikal angeordneten Optik ausgehenden Lichtes aufgezeigt. Daneben und darunter ist in Kurvenform die Intensitätsverteilung an bestimmten Positionen in x-Richtung und y-Richtung aufgezeigt. Wie aus der Figur deutlich erkennbar ist, weist die Strahlungscharakteristik der Optik im Fernfeld, entgegen dem in Figur 6 dargestellten Fall, eine deutliche Krümmung senkrecht zur Strahlungsrichtung auf. Andererseits zeigt auch diese Strahlungscharakteristik einen deutlichen Hell/Dunkel-Übergang. Auch bei dieser Simulation wurde davon ausgegangen, dass die Lichtquelle mittig bzgl. der Lichteintrittsfläche F der Optik angebracht ist.

In Figur 10 zeigt die Projektion der Lichteintrittsfläche F der erfinderischen Optik, in diesem Fall mit einem rechteckigen Querschnitt, mit einer mittig daran anschließender Halbleiterlichtquelle 60. Im allgemeinen Fall wird die Halbleiterlichtquelle 60 wie in Figur 110 gezeigt mittig auf der Lichteintrittsfläche aufgebracht. Dabei wird in gewinnbringender Weise die Dickenabmessung der Optik so gewählt, dass sie die Abmessungen der Halbleiterlichtquelle 60 möglichst wenig übersteigt. Auf diese Weise entstehen Optiken mit optimal geringem Platzbedarf, wodurch es möglich wird eine Vielzahl von Optiken innerhalb einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsquelle auf kleinstem Raum unterzubringen und so eine maximale Lichtleistung zu erzielen.

Durch Verschieben der Halbleiterlichtquelle 60 entlang der Verbindungslinie zwischen den Punkten P1 und P2 wird erreicht, dass das Licht aus der Optik asymmetrisch austritt. Dabei ist es denkbar entweder die Halbleiterlichtquelle 60

5 fix an einer beliebigen Stelle entlang dieser Verbindungslinie zu positionieren, um die gewünschte asymmetrische Strahlungscharakteristik zu erzielen, oder aber die Optik verschieblich über der Halbleiterlichtquelle 60 anzuordnen, so dass die gewünschte Asymmetrie der Lichtausstrahlung durch

10 geeignete Verschiebung der Optik gegenüber der Halbleiterlichtquelle 60 erzielt werden kann. Alternativ ist es auch denkbar, anstelle einer verschieblichen Optik an der Lichteintrittsfläche F der einzelnen Optik entlang der Verbindungslinie zwischen P1 und P2 gleich mehrere Halbleiterlicht-

15 quellen anzuordnen. So kann in vorteilhafter Weise ohne mechanische Verstellung, einfach durch gezielte elektrische Ansteuerung und Auswahl das aus der Optik austretende Licht in seiner Leuchtcharakteristik verändert werden.

20 Bei der Anordnung der Optiken zu der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung ist es in vorteilhafter Weise denkbar, die einzelnen Halbleiterlichtquellen 60 zu den jeweiligen, in einem Feld angeordneten Optiken individuell so anzuordnen, dass die Beleuchtungsvorrichtung eine asymmetrische Abstrah-

25 lungscharakteristik aufweist. Ergänzend oder Alternativ ist es aber auch denkbar die asymmetrische Strahlungscharakteristik durch eine Anordnung von an die gewünschte Lichtausstrahlung angepasste, individuell geformte Optiken zu erzielen, dabei ist es denkbar ein Teil der Optiken mit rechteckiger

30 Lichteintrittsfläche F (entsprechend Figur 10) und einen anderen Teil der Optiken mit trapezförmigen Lichteintrittsflächen F (entsprechend Figur 8) auszuführen. Auch können in gewinnbringender Weise die Optiken zumindest in Teilen entspre-

chend der in Figur 7 aufgezeigten Ausgestaltung ausgeführt sein.

Sind wenigstens einigen der Einzeloptiken innerhalb der Beleuchtungs-
5 leuchtungs- vorrichtung gleich mehrere Halbleiterlichtquellen zugeordnet, so kann auf einfache Weise, mittels elektronischer Steuerung ein Verschwenken des von der Vorrichtung ausgesandten Leuchtkegels oder generell eine Änderung der asymmetrischen Beleuchtungseigenschaften der Beleuchtungs-
10 tungs- vorrichtung erwirkt werden, indem jeweils eine der mehreren einer Optik zugeordneten Halbleiterlichtquellen angesteuert wird. Eine solche wechselweise Ansteuerung der an einer einzelnen Optik angebrachten Lichtquellen führt zu der selben Strahl-
15 schwenkung wie dies aus dem Stand der Technik für verschieblich angeordnete Linsenoptiken der Fall ist, ohne jedoch auf eine anfällige, wenig robuste Mechanik zurückgreifen zu müssen. Des weiteren bietet diese vorteilhafte Ausgestaltung auch die Möglichkeit, die einzelnen Optiken innerhalb einer Gruppe von Optiken ohne Aufwand individuell zu steuern, dies
20 ist bei einer mechanisch variablen Ablenkvorrichtung wirtschaftlich sinnvoll nicht realisierbar.

Besonders gewinnbringend wird die Beleuchtungs-
25 vorrichtung so ausgestaltet, dass die Halbleiterlichtquellen unabhängig von den anderen einzeln oder in Gruppen gemeinsam angesteuert gedimmt oder aktiviert bzw. deaktiviert werden können, um gezielt und situationsangepasst die Umgebung ausleuchten zu können.

30 In besonders vorteilhafter Weise eignet sich die erfindersche Beleuchtungs- vorrichtung zur Verwendung als Scheinwerfer in einem Kraftfahrzeug, um die Umgebung vor dem Fahrzeug asymmetrisch auszuleuchten.

In gewinnbringender Weise werden bei der Verwendung in einem Kraftfahrzeug die einzelnen dem Scheinwerfer zugeordneten Optiken, so in Bezug auf die Straßenoberfläche ausgerichtet, dass die x-Achsen der Optiken im wesentlichen parallel zu dieser verlaufen; d.h. die Einzeloptiken sollten im wesentlichen senkrecht stehend (entsprechend beispielsweise Figur 4) angeordnet werden.

DaimlerChrysler AG

Finkele

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung, insbesondere zur Verwendung in einem Kraftfahrzeug, welche durch ein Feld von einzelnen Optiken gebildet wird, denen jeweils wenigstens eine Halbleiterlichtquelle, insbesondere eine Lumeniszenzdiode zugeordnet ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Lichteintrittsöffnung der Optiken eine längliche, im wesentlichen rechteckige Form aufweisen,
dass die Optik senkrecht zur Lichteintrittsfläche einen Zentralbereich aufweisen, dessen Projektion in eine zweidimensionale Ebene einem zylindrischen 2-dimensionalen Kartovals entspricht,
und dass dieser Zentralbereich mit einem parabolischen Reflektor kombiniert wird.

2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Außenflächen A und B des Reflektors so in Richtung des Zentralbereichs der Optik gedreht werden, dass alle aus der Optik austretenden Strahlen im wesentlichen parallel sind.

3. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Außenflächen A und B des Reflektors verspiegelt oder total reflektierend ausgeführt werden.

4. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

5 dass die Seitenflächen E der Optik dergestalt geneigt werden, dass sich die Optik von der Lichtaustrittsfläche G hin zur Lichteintrittsfläche F verjüngt.

5. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Seitenflächen, insbesondere durch Verspiegelung oder Krümmung, so ausgebildet werden, dass in Strahlrichtung ein großer Akzeptanzwinkel entsteht.

15 6. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Querschnitt der Lichteintrittsfläche der einzelnen Optiken abweichend von der rechteckigen Form eine Trapez-Form
20 aufweisen, dessen Seitenflächen um die Winkel α und β zur Normalen der Grundfläche geneigt sind.

7. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass wenigstens einem der einzelnen Optiken mehrere Halbleiterlichtquellen zugeordnet sind.

8. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden

30 Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die einzelnen Halbleiterlichtquellen individuell geschaltet werden können.

9. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Optiken und die Halbleiterlichtquellen verschieblich
5 zueinander angeordnet sind.

10. Verfahren zur Ansteuerung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

10 dass die Halbleiterlichtquellen in Abhängigkeit der erwünschten Strahlungscharakteristik einzeln angesteuert werden können,

wobei hierbei die Halbleiterquellen ganz oder teilweise aktiviert werden können.

15

11. Verfahren nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass für den Fall, dass mehrere Halbleiterlichtquellen einer einzelnen Optik zugeordnet sind, diese in Abhängigkeit der
20 erwünschten Strahlungscharakteristik angesteuert werden.

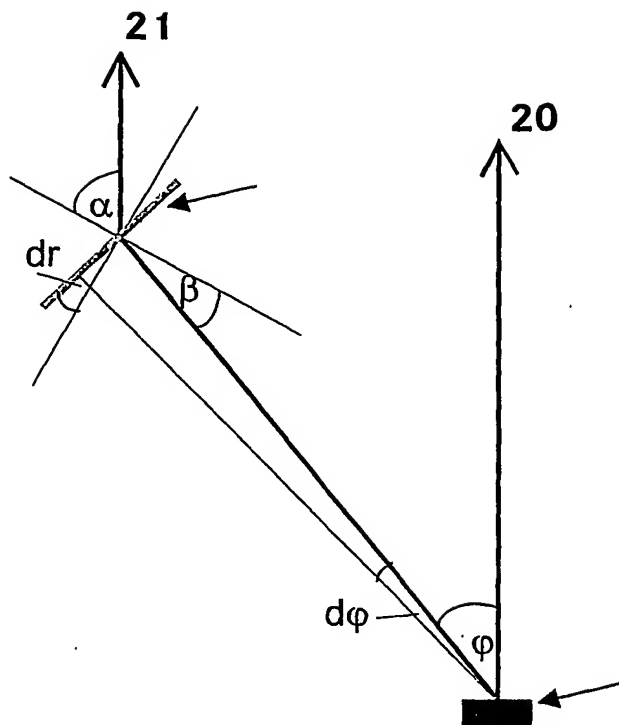
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

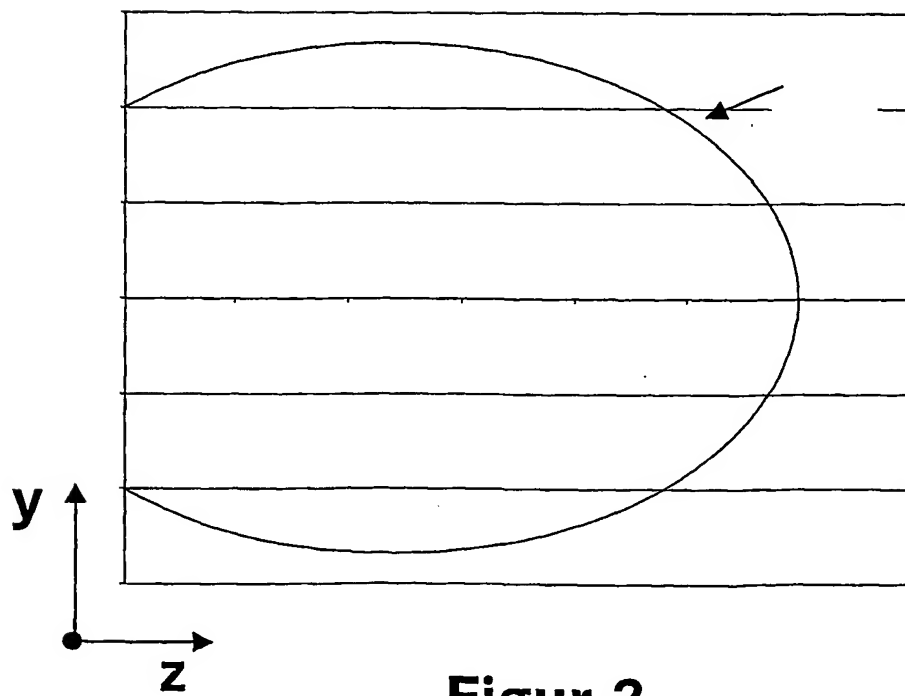
dass zur Änderung der Abstrahlungscharakteristik der Beleuchtungsvorrichtung die Linsen und die Halbleiterlichtquellen
25 gegeneinander verschoben werden.

13. Verwendung der Beleuchtungseinrichtung nach einem der

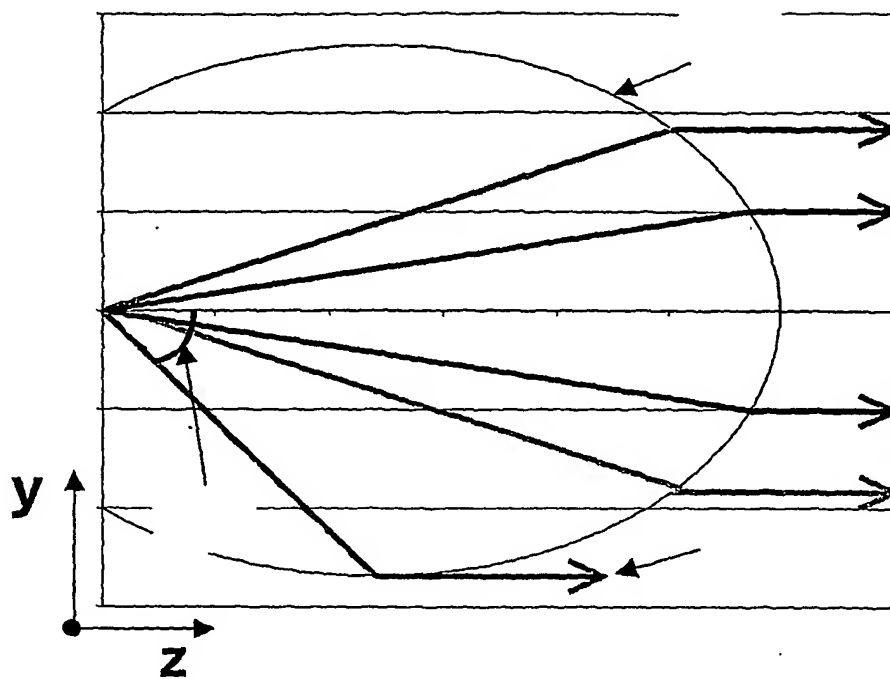
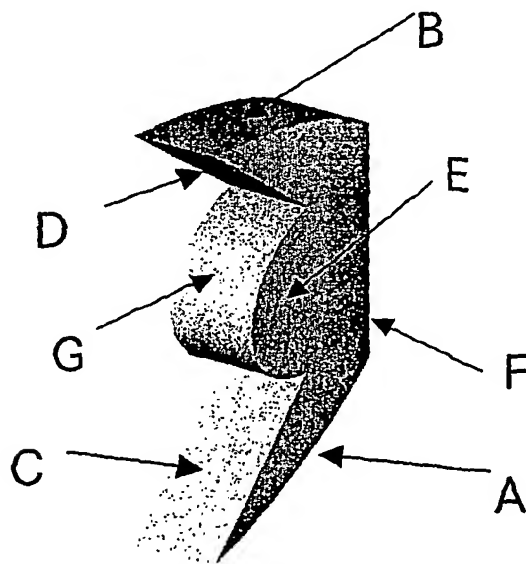
vorhergehenden Ansprüche als Kraftfahrzeugscheinwerfer zur asymmetrischen Ausleuchtung der Umgebung vor einem Kraftfahrzeug.
30



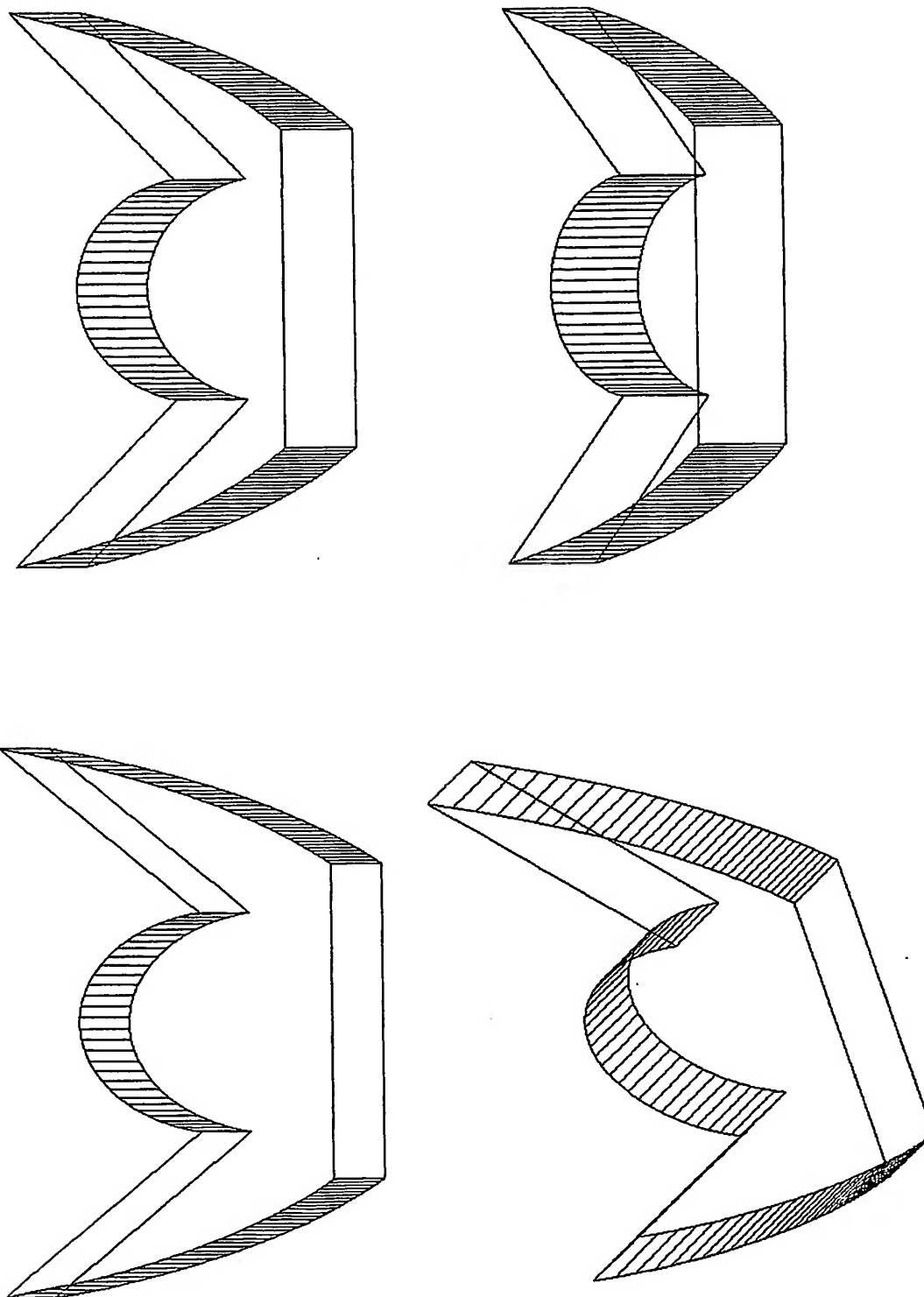
Figur 1



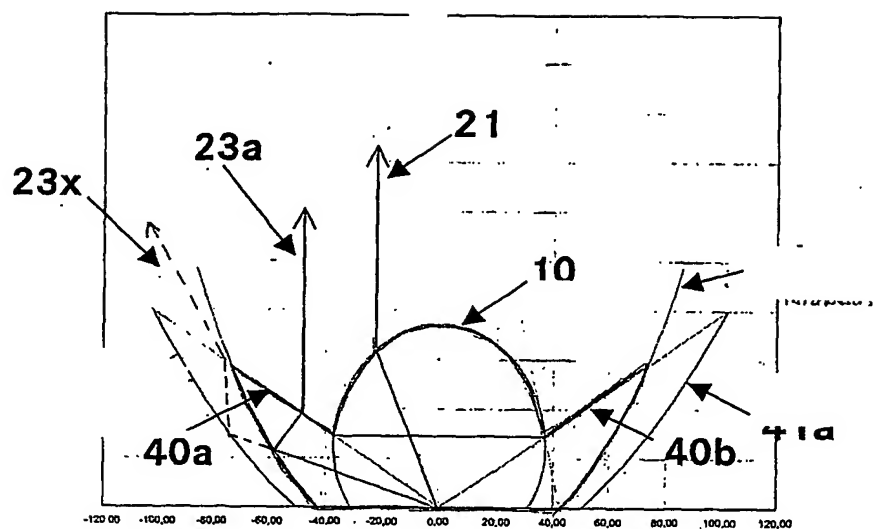
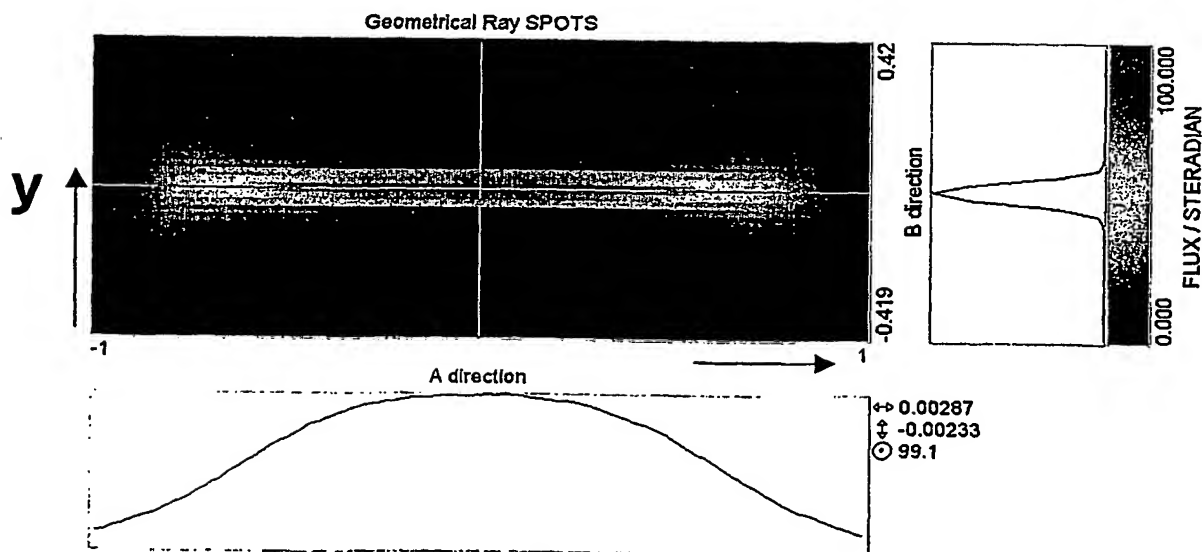
Figur 2

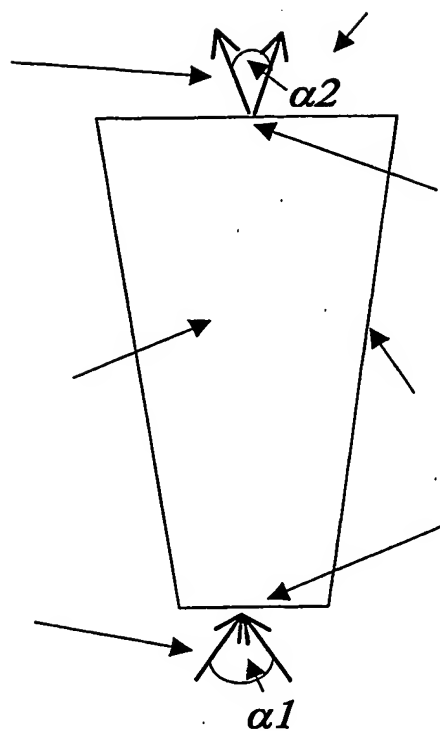
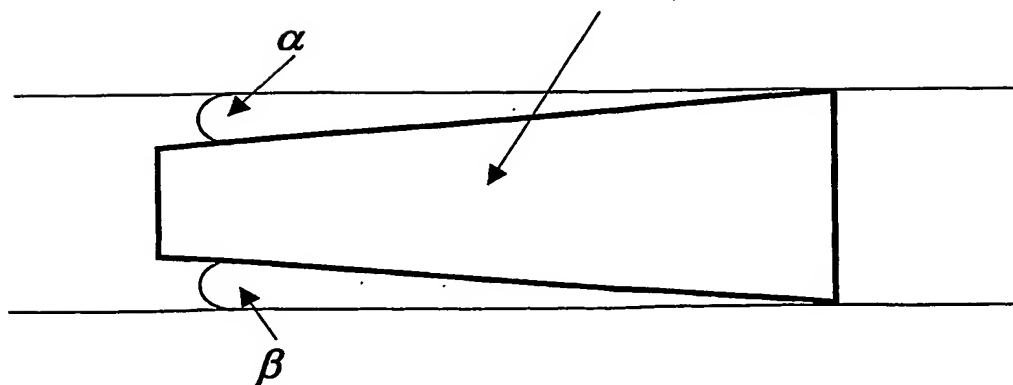
**Figur 3****Figur 4**

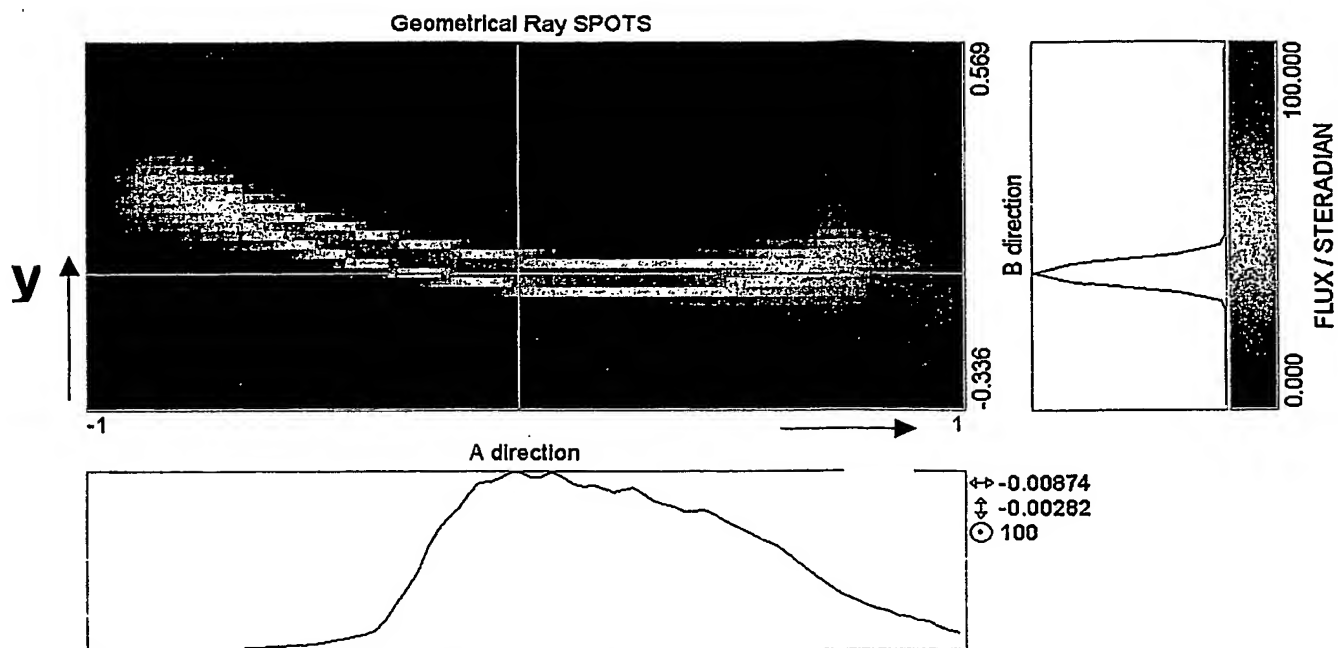
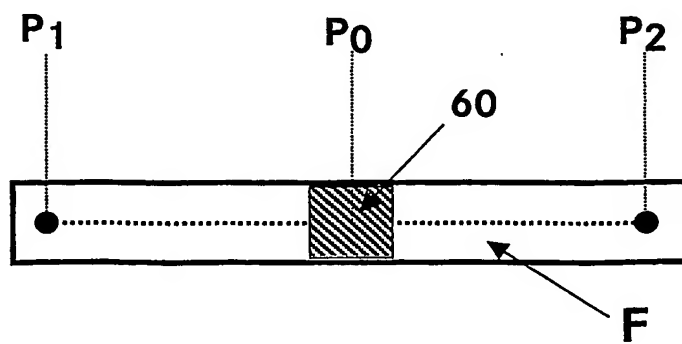
BEST AVAILABLE COPY



Figur 4a

**Figur 5****Figur 6**

**Figur 7****Figur 8**

**Figur 9****Figur 10**

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Classification No

PCT/EP 03/11516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F21S8/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F21S F21M F21V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2001/019486 A1 (THOMINET VINCENT) 6 September 2001 (2001-09-06) paragraph '0004! - paragraph '0020! paragraph '0028! - paragraph '0034!; figures 1,5-7	1,3,7,8, 10,11,13
A	US 3 228 288 A (MARIEN KENNETH J) 11 January 1966 (1966-01-11) column 2, line 37 -column 3, line 52; figures 1-4,8-10	1,2,4-6
A	US 2 254 961 A (LAWRENCE HARRIS) 2 September 1941 (1941-09-02) page 2, column 1, line 31 -page 4, column 2, line 52; figures 1-17	1-3
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 February 2004

Date of mailing of the international search report

12/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bader-Arboreanu, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/11516

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 100 05 795 A (INST MIKROTECHNIK MAINZ GMBH) 23 August 2001 (2001-08-23) cited in the application column 6, line 44 -column 7, line 34; figures 10,11</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1,9,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Publication No

PCT/EP 03/11516

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2001019486	A1	06-09-2001	DE 10009782 A1	06-09-2001
			JP 2001266620 A	28-09-2001
US 3228288	A	11-01-1966	GB 956105 A	22-04-1964
US 2254961	A	02-09-1941	NONE	
DE 10005795	A	23-08-2001	DE 10005795 A1	23-08-2001
			WO 0159360 A1	16-08-2001

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F21S8/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F21S F21M F21V

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2001/019486 A1 (THOMINET VINCENT) 6. September 2001 (2001-09-06) Absatz '0004! - Absatz '0020! Absatz '0028! - Absatz '0034!; Abbildungen 1,5-7 ---	1,3,7,8, 10,11,13
A	US 3 228 288 A (MARIEN KENNETH J) 11. Januar 1966 (1966-01-11) Spalte 2, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 52; Abbildungen 1-4,8-10 ---	1,2,4-6
A	US 2 254 961 A (LAWRENCE HARRIS) 2. September 1941 (1941-09-02) Seite 2, Spalte 1, Zeile 31 - Seite 4, Spalte 2, Zeile 52; Abbildungen 1-17 --- -/-	1-3

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bader-Arboreanu, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 05 795 A (INST MIKROTECHNIK MAINZ GMBH) 23. August 2001 (2001-08-23) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 44 -Spalte 7, Zeile 34; Abbildungen 10,11 -----	1,9,12

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 03/11516

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001019486 A1	06-09-2001	DE 10009782 A1 JP 2001266620 A	06-09-2001 28-09-2001
US 3228288 A	11-01-1966	GB 956105 A	22-04-1964
US 2254961 A	02-09-1941	KEINE	
DE 10005795 A	23-08-2001	DE 10005795 A1 WO 0159360 A1	23-08-2001 16-08-2001